Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 88-99 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.83900

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۲ شمارۀ۱، نیمۀ اوّل ۱۴۰۰
صفحۀ ۹۹-۸۸، نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر بذرمال و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه مختلف روی عملکرد و اجزای عملکرد عدس (*Lens culinaris* Medik.) در کشت دیرهنگام

علی حیدرزاده[1]، سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی[2]* و حسین ابراهیمی اسبورزی[3]
۱. دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ali.heidarzadeh@modares.ac.ir
۲. استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، hossein_ebrahimi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۸

چکیده

به منظور مطالعه اثر بذرمال و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه مختلف بر روی عملکرد و اجزای عملکرد عدس، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل نحوه کاربرد آمینواسیدها در سه سطح بذرمال، محلول‌پاشی و بذرمال+محلول‌پاشی به عنوان عامل اول و کاربرد انواع آمینواسیدها در پنج سطح آرژنین، آسپارتیک اسید، پرولین، اسیدآمینه تجاری و آب مقطر (شاهد) به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شد. مقدار مصرف اسیدهای آمینه یک گرم در لیتر بود. نتایج نشان داد بیشترین کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b از بذرمال با آسپارتیک اسید به ترتیب با ۱۶/۱۸، ۹۲/ ۱۳ و ۲/۵۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ به دست آمد. بذرمال و محلول‌پاشی با اسید آسپارتیک با ۱۳/۱۱ غلاف در بوته بیشتر از سایر تیمارها بود. کاربرد اسیدآمینه آسپارتیک اسید با ۷۱/۸۸ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد را تولید کرد که بیش از سه برابر عملکرد حاصل از استفاده از آب مقطر (شاهد) بود. کاربرد آرژنین (۵۱/ ۵۵ گرم در متر مربع)، اسیدآمینه تجاری (۴۴/۴۵ گرم در متر مربع) و پرولین (۳۲/۷۸ گرم در متر مربع) به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفت. کاربرد آسپارتیک اسید به صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی با بیشترین عملکرد به عنوان تیمار برتر معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آرژنین، آسپارتیک اسید، پرولین، شاخص برداشت، عملکرد بذر، کلروفیل.

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medik.) با حدود ۲۸ درصد پروتئین، یکی از مهم‌ترین حبوبات است و به عنوان مکملی برای غلات و منبعی مناسب جهت تأمین پروتئین و اسیدهای آمینه در رژیم غذایی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود و به سبب توانایی تثبیت نیتروژن (Ghanem *et al.*, 2015) موجب افزایش حاصلخیزی خاک شده و در تناوب با برخی گیاهان زراعی خصوصاً غلاتی مانند گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare*) بهبود و پایداری عملکرد را به دنبال دارد (Erskine & Saxena, 1993). در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، حدود ۷۹۹ هزارهکتار معادل ۲۷/۷درصد سطح برداشت محصولات زراعی به حبوبات اختصاص یافته است. از این مقدار نخود (*Cicer arietinum*) ۶۲/۸، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) ۱۳/۶، عدس ۱۷/۱ و سایر حبوبات ۶/۵ درصد از کل سطح برداشت حبوبات می‌باشد. همچنین از ۸۲/۲ میلیون تن از انواع محصولات زراعی تولید شده است که سهم حبوبات ۰/۸۵ درصد معادل ۶۹۹ هزار تن بود که از این بین عدس با سطح کشت ۱۳۶ هزار هکتار معادل ۱/۲۴ درصد و با تولید ۸۲ هزار تن معادل ۰/۱ درصد دارای مقام سوم تولیدات حبوبات کشور را دارا می‌باشد. از ۱۳۶ هزار هکتار تولید عدس در کشور حدود شِش هزار هکتار آن به صورت کشت آبی و ۱۳۰ هزار هکتار آن به صورت کشت دیم مدیریت می‌شود و از مجموع ۸۲ هزار تن تولیدات عدس در کشور هفت هزار تن مربوط به کشت آبی و ۷۵ هزار تن مربوط به کشت دیم می‌باشد همچنین عملکرد این گیاه در مزارع آبی ۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار و در اراضی دیم ۵۷۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۹۶-۱۳۹۵). با توجه به این‌که بیش از ۹۵ درصد اراضی زیر کشت عدس در کشور ایران به صورت دیم می باشد، لذا خشکی و کمبود آب در خاک بیشترین تأثیر را در کاهش عملکرد این گیاه دارد (& Parsa

* نویسنده مسئول: modaresa@modares.ac.ir

Bagheri, 2008). همچنین تنش‌های زیستی مانند حشرات، بیماری‌ها و علف‌های‌هرز و تنش‌های غیرزیستی مانند درجه حرارت، حاصلخیزی خاک و خشکسالی از عوامل مهم محدودکننده در تولید عدس می‌باشند (Korbu, 2009). راهکارهای متعددی برای کاهش میزان آسیب سلولی ناشی از تنش‌های غیرزنده و افزایش تحمل به آن وجود دارد که یکی از این راهکارها استفاده از مواد اسمولیت مانند پرولین، گلایسین بتائین، ترهالوز و... به صورت محلول‌پاشی می‌باشد که به‌طور چشمگیری باعث کاهش اثرات مخرب تنش درگیاهان می‌شوند.

آرژنین به عنوان یکی از آمینواسیدها پیش‌ماده تولید پلی آمین‌ها، پرولین و نیتریک اکسید است که می‌تواند نقش‌های فیزیولوژیکی مهمی در گیاه در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی ایفا نماید. تأثیر کاربرد خارجی این آمینواسید در کاهش تنش شوری در گیاه گندم (Chen *et al.*, 2011) و تنش خشکی در گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) (Nasibi *et al.*, 2011) و تنش سرما در گیاه پسته (*Pistacia vera*) (Nasibi *et al.*, 2013) گزارش شده است. اسیدهای‌آمینه با اثر بر افزایش تحمل به تنش‌های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه اثر بر فتوسنتز بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می‌شوند و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک و رشد و نمو گیاه تأثیر دارند. (Faten *et al.*, 2010). امروزه کاربرد ترکیب‌ها آلی زیستی آمینواسیدی در زراعت گیاهان مورد توجه قرارگرفته است که دلیل این توجه نقش اساسی اسیدهای‌آمینه در حیات موجودات می‌باشد. ارزش استفاده از فراورده‌های زیستی با مجموعه‌ای از اسیدهای‌آمینه آزاد در این است که به دلیل غنای آمینواسیدی این فرآورده‌ها، سلول نیازی به بیوسنتز مجدد این ترکیب‌ها نداشته و انرژی موردنیاز جهت این بیوسنتز، در گیاه ذخیره می شود. این فراورده‌ها با تأثیر بر روند پروتئین‌سازی در سطوح ژنی و با تأثیر بر سوخت‌وساز پایه گیاهی، رشد و تکوین گیاه را منظم نموده و در مراحل مختلف رشد، کارآیی و کاربرد خاص خود را با محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار می‌دهند. درواقع تغذیه برگی اسیدهای‌آمینه آزاد می‌تواند یک منبع مهم برای سنتز پروتئین در گیاهان باشد (Raeisi *et al.*, 2014). کاربرد پرولین (برونزاد)، روش کارآمدی برای کاهش اثرات نامطلوب تنش‌ها بوده و میزان تأثیر محلول‌پاشی پرولین بر گیاهان، به گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، زمان استفاده و میزان غلظت پرولین بستگی دارد (Ashraf & Foolad, 2007). استفاده از اسیدآمینه پرولین به صورت محلول‌پاشی در غلظت‌های کم تا حدود بسیار زیادی تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی را بهبود می‌بخشد (Deivanai *et al.*, 2001). درعین حال، غلظت بالای پرولین در بسیاری از موارد برای گیاهان مضر بوده و در مواردی نیز بر متابولیسم‌های حیاتی گیاهان اثرات منفی و جبران‌ناپذیر را بر جای می‌گذارد و باعث کاهش رشد می‌شود (Nanjo *et al.*, 2003). محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش قابل‌توجه ارتفاع بوته، تعداد ساقه های فرعی، وزن تر و خشک گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla*) می‌شود (Karima *et al.*, 2005). محلول‌پاشی پرولین به طور قابل توجهی اثرات منفی تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی، رشد و محتوای کلروفیل دو رقم گندم را کاهش داد (Talat *et al.*, 2013).

با توجه به این‌که کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و همچنین به خاطر بارندگی‌های شدید در ابتدای فصل بهار امکان ازبین‌رفتن محصول زراعی کشت شده وجود دارد. راهکارهای مختلفی برای استفاده از زمان باقی‌مانده از فصل زراعی وجود دارد که با کشت دیرهنگام گیاهانی که دوره رشدی کوتاهی دارند، می‌توان اشاره کرد که عدس می تواند گزینه مناسبی برای این موضوع باشد و از طرفی در تاریخ کشت‌های دیرهنگام، دمای بالا از جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده جلوگیری کرده (Kakani *et al.*, 2002) و همچنین به دلیل گرمای انتهای فصل بهار و ابتدای فصل تابستان در کشت تأخیری این گیاه، عملکرد کاهش می‌یابد. از این رو برای کاهش اثرات آن، در این پژوهش تأثیر نحوه کاربرد اسیدهای آمینه خالص و تجاری روی عملکرد و اجزای عملکرد عدس مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش عدس به بذرمال و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه مختلف در کشت دیرهنگام در سال زراعی۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در ۱۷ کیلومتری غرب تهران با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۷۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۲۷۵ متر از سطح دریا پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی شامل نحوه کاربرد آمینواسیدها در سه سطح بذرمال، محلول‌پاشی و بذرمال+محلول‌پاشی به عنوان عامل اول و کاربرد آمینواسیدها در پنج سطح آرژنین، آسپارتیک اسید، پرولین، اسیدآمینه تجاری پروآمین تولید شده در کشور اسپانیا (شامل پرولین (۹/۷۸٪)، سرین (۱۱/۳۲٪)، اسیدگلوتامیک (۹/۴۸٪)، گلایسین (۹/۴۸٪)، لیوسین (۵/۴۰٪)، والین (۴/۷۶٪)، آسپارتیک اسید (۶/۲۲٪)، آرژنین (۵/۲۹٪)، ترونین (۴/۲۰٪)، آلانین (۴/۱۵٪)،

فنیل آلانین (۴/۲۸٪)، سیستین (۱/۱۶٪)، لایسین (۱/۴۸٪) تیروزین (۰/۷۰٪)، هیستیدین (۱/۴۶٪)، متیونین (۰/۶۰٪) و ایزولیوسین (۳/۰۵٪)) و آب مقطر (شاهد) به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شد. مقدار مصرف اسیدهای آمینه طبق توصیه شرکت تولیدکننده اسیدآمینه تجاری یک گرم در لیتر بود. بعد از عملیات شخم و آماده‌سازی مزرعه، در اردیبهشت ماه (کشت تأخیری) اقدام به کشت بذر رقم بیله‌سوار با وزن۱۰۰۰دانه ۴۸گرم شد. تیمارهای مربوط به بذرمالی قبل از کشت به مدت دو ساعت با اسیدهای آمینه آغشته شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول پنج متر و فاصله بین خطوط ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، به طوری که تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع حفظ شود (Mahmoudi, 2006). به منظور تأمین نیاز غذایی عدس، نمونه خاکی از مزرعه تهیه و عناصر غذایی آن تعیین (جدول ۱) و میزان نیتروژن مورد نیاز عدس (۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار قبل از کاشت به عنوان آغازگر) با توجه به نتایج آن تأمین شد. آبیاری با نوار تیپ و مبارزه با علف‌های‌هرز به صورت دستی و در صورت نیاز انجام شد. محلول‌پاشی اسیدهای آمینه یک ماه بعد از کشت در سه مرحله به فواصل ۱۰ روز یک‌بار انجام گرفت. برای محلول‌پاشی از سمپاش بادی پشتی با فشار دائم به حجم ۱۲ لیتر استفاده شد. نوع نازل سمپاش از نوع مارپیچی با طرح پاشش مخروط توپر و میزان پاشش ۰/۱ لیتر در مترمربع (۱۰۰۰ لیتر در هکتار) بود. به منظور بررسی تأثیر عوامل مورد بررسی کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل بعد از آخرین مرحله محلول‌پاشی زمانی که برگ‌ها سبز بودند، سطح برگ بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، وزن۱۰۰۰دانه، شاخص برداشت و عملکرد بذر در زمان رسیدگی اکولوژیک اندازه‌گیری شدند. سطح برداشت برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد با رعایت حذف اثر حاشیه، دو متر مربع بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Farm soil physicochemical properties

Soil depth (cm) عمق خاک (سانتی‌متر)	Soil texture بافت خاک	N (%) نیتروژن (درصد)	P (mg kg^{-1}) فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	K (mg kg^{-1}) پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	pH اسیدیته خاک	EC (dS m^{-1}) هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	Organic matter (%) ماده آلی (درصد)
0-30	Sandy loam لومی شنی	0.063	29.4	440	7.91	0.971	1.1766
30-60	Sandy loam لومی شنی	0.044	45.9	407	7.59	1.627	0.7060

اندازه‌گیری میزان کلروفیل a و b به روش Hiscox & Israelstam (1979) انجام گرفت. بدین منظور مقدار ۰/۵ گرم از ماده تر گیاهی را در ۱۰ میلی‌لیتر در دی‌متیل‌سولفوکساید (DMSO) ریخته و مدت یک ساعت درون حمام بن‌ماری ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. مقدار جذب عصاره حاصل با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ قرائت شد و میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل به ترتیب طبق روابط (۱)، (۲) و (۳) بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد:

رابطه (۱):

$$Chlorophyll\ a = (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645})V/100W$$

رابطه (۲):

$$Chlorophyll\ b = (19.3 \times A_{645} - 3.6 \times A_{663})V/100W$$

رابطه (۳):

$$Total\ Chlorophyll = Chlorophyll\ a + Chlorophyll\ b$$

برای تجزیه وتحلیل داده‌ها مطابق روش تجزیه واریانس (PROC ANOVA) از برنامه آماری SAS استفاده شد. سپس مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار حفاظت شده انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کلروفیلa ، b و کل عدس تحت تأثیر نحوه کاربرد و اسیدآمینه قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b از بذرمال با آسپارتیک اسید به ترتیب با ۵۷، ۴۹ و ۵۸ درصد بیشتر از عدم استفاده از اسیدآمینه در شرایط بذرمال به‌دست آمد (جدول ۳)، اما کلروفیل b با بذرمال و محلول‌پاشی آسپارتیک اسید (۱/۲۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بیشتر از عدم استفاده از اسیدآمینه در شرایط بذرمال و محلول‌پاشی) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کلروفیل b با کلروفیل a (**r=۰/۹۳) و کلروفیل کل با کلروفیل a (**r=۰/۹۹) و کلروفیل b (**r=۰/۹۰) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول۶). نیتروژن علاوه بر ایفای نقش در تشکیل پروتئین‌ها،

جزء لازم مولکول کلروفیل هم می‌باشد. از طرفی اسیدهای آمینه از ترکیب‌ها آلی نیتروژنه و واحد سازنده پروتئین‌ها می‌باشند و در سنتز ترکیب‌ها آلی مانند رنگیزه‌ها نقش دارند (Kamar & Omar, 1987). همچنین آسپارتیک اسید به دلیل نقشی که انتقال و ذخیره نیتروژن دارد (Jahani *et al.*, 2018) سبب افزایش کلروفیل شده است. اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک و رشد و نمو گیاه مؤثر می‌باشند (Faten *et al.*, 2010). در تحقیقی نیز نشان داده شد که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه کلروفیل کل را افزایش داد (El-Negar *et al.*, 2002). جدول تجزیه واریانس نشان داد که سطح برگ عدس و نسبت برگ به ساقه آن تحت تأثیر نحوه کاربرد و اسیدآمینه قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین سطح برگ از بذرمال و محلول‌پاشی اسید آمینه تجاری با ۱۳۷ /۸۸ سانتی‌متر مربع در بوته به‌دست آمد (جدول۳)، ولی بیشترین نسبت برگ به ساقه مربوط به تیمار بذرمال و محلول‌پاشی با آسپارتیک اسید با ۱/۴۳۳ بود (جدول۳) که تفاوت معنی‌داری با محلول‌پاشی آب مقطر (۱/۲۴۰) مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول تجزیه واریانس نشان داد که وزن۱۰۰۰دانه عدس تحت تأثیر نحوه کاربرد و اسیدآمینه قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین وزن۱۰۰۰دانه از بذرمال با اسید آمینه تجاری با ۹/۷۵درصد بیشتر عدم استفاده از اسیدآمینه در شرایط بذرمال به‌دست آمد (جدول ۵) که تفاوت معنی‌داری با بذرمال آسپارتیک اسید (۸/۷۱ درصد بیشتر از عدم استفاده از اسیدآمینه در شرایط بذرمال) مشاهده نشد (جدول ۵). وزن۱۰۰۰دانه با کلروفیل a (r=۰/۶۷**) و کلروفیل کل (r=۰/۶۵**) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول۶). لذا افزایش کارآیی رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل می‌تواند یکی از دلایل افزایش وزن۱۰۰۰دانه عدس باشد که مستقیم در فرآیند فتوسنتز نقش دارد. از طرفی آسپارتیک اسید به دلیل نقشی که در انتقال و ذخیره نیتروژن دارد (Jahani *et al.*, 2018)، سبب ذخیره مواد غذایی در بذر شده و با افزایش مواد ذخیره‌شده در بذر وزن۱۰۰۰دانه نیز افزایش می‌یابد. همچنین جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد غلاف در بوته عدس تحت تأثیر نحوه کاربرد و اسیدآمینه قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین تعداد غلاف در بوته از بذرمال و محلول‌پاشی با اسید آسپارتیک با ۱۳/۱۱ عدد به‌دست آمد (جدول ۵). تعداد غلاف در بوته با سطح برگ بوته (r=۰/۵۵*) همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد (جدول ۶)، لذا افزایش تعداد غلاف در بوته به دلیل افزایش سطح برگ بوته می‌باشد. برگ‌ها به عنوان منابع فتوسنتزی اولین نقش را در افزایش تولید گیاه دارند، در نتیجه با افزایش سطح آن، میزان تولید مواد غذایی افزایش می‌یابد و با افزایش مواد غذایی گیاه توانایی تولید غلاف بالاتری خواهد داشت که همبستگی مثبت بین تعداد غلاف در بوته و سطح برگ بوته مؤید این موضوع می‌باشد. کاربرد اسیدهای آمینه این امکان را برای گیاه فراهم می‌آورد تا انرژی ذخیره‌شده را صرف رشد بیشتر، افزایش عملکرد و کیفیت محصول نماید (Thomas *et al.*, 2009).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیولوژیکی عدس تحت تأثیر نوع و نحوه کاربرد اسیدهای آمینه
Table 2. Analysis of variance of physiological traits affected by type and mode of application of amino acid

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	سطح برگ بوته Leaf area of plant	نسبت برگ به ساقه Leaf /stem
Block بلوک	2	0.27170889ns	0.01824000ns	0.4158289ns	27.7ns	0.001ns
Mode of application (H) نوع کاربرد اسیدآمینه	2	25.0**	0.641**	33.1**	4187**	0.001ns
Type of amino acid (T) نوع اسیدآمینه	4	12.1**	0.586**	18.0**	3078**	0.006*
H×T اثر متقابل	8	11.4**	0.455**	16.0**	2126**	0.010**
Error خطا	28	0.300	0.029	0.501	37.4	0.002
CV (%) ضریب تغییرات (٪)		6.15	11.2	6.73	14.4	11.0

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% level of probability, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین (±انحراف استاندارد) صفات فیزیولوژیکی تحت تأثیر برهمکنش نوع و نحوه کاربرد اسیدهای آمینه با یکدیگر

Table 3. Mean (±standard deviation) comparison of physiological traits affected by interaction of type and mode of application together

تیمارها Treatments		کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Chlorophyll a (mg gF.W*$^{-1}$)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Chlorophyll b (mg gF.W^{-1})	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Total Chlorophyll (mg gF.W^{-1})	سطح برگ بوته (سانتی‌مترمربع در بوته) Leaf rea of plant (cm^2 per plant)	نسبت برگ به ساقه Leaf/Stem
بذرمال Priming	آرژنین Arginine	9.07±0.09^{de}	1.50±0.02^{cd}	10.56±0.12^{e}	47.47±4.90^{c}	1.11±0.08^{bc}
	آسپارتیک اسید Aspartic acid	13.92±0.08^{a}	2.26±0.14^{a}	16.18±0.26^{a}	36.78±7.46^{d}	1.01±0.05^{b-d}
	پرولین Proline	11.05±0.19^{c}	1.83±0.07^{b}	12.88±0.26^{c}	47.45±0.83^{c}	1.11±0.03^{bc}
	اسیدآمینه تجاری Trade amino acid	9.47±0.01^{d}	1.46±0.02^{c-e}	10.92±0.01^{de}	55.87±3.58^{bc}	0.96±0.02^{b-d}
	آب مقطر (شاهد) Distilled water	8.80±0.49^{de}	1.52±0.17^{cd}	10.32±0.66^{ef}	21.96±3.05^{fg}	0.90±0.09^{cd}
محلول‌پاشی Spraying	آرژنین Arginine	10.41±0.12^{c}	1.63±0.02^{bc}	12.03±0.13^{cd}	17.50±0.58^{g}	0.74±0.06^{d}
	آسپارتیک اسید Aspartic acid	6.84±0.20^{hi}	1.08±0.01^{fg}	7.92±0.22^{ij}	34.48±3.27^{de}	1.02±0.13^{b-d}
	پرولین Proline	7.33±0.30^{gh}	1.19±0.05^{e-g}	8.52±0.35^{hi}	25.89±4.36^{e-g}	0.79±0.05^{d}
	اسیدآمینه تجاری Trade amino acid	6.95±0.57^{g-i}	1.27±0.14^{d-g}	8.22±0.70^{h-j}	24.48±5.08^{e-g}	0.87±0.05^{cd}
	آب مقطر (شاهد) Distilled water	8.44±0.71^{ef}	1.34±0.14^{d-f}	9.78±0.85^{e-g}	27.07±0.58^{d-g}	1.24±0.06^{ab}
بذرمال و محلول‌پاشی Priming+s praying	آرژنین Arginine	6.24±0.24^{i}	1.03±0.06^{g}	7.27±0.31^{j}	47.11±1.63^{c}	0.90±0.04^{cd}
	آسپارتیک اسید Aspartic acid	12.04±0.36^{b}	2.53±0.19^{a}	14.57±0.54^{b}	64.39±3.11^{b}	1.43±0.26^{a}
	پرولین Proline	9.21±0.24^{de}	1.52±0.04^{cd}	10.72±0.28^{e}	19.04±1.96^{fg}	0.91±0.11^{cd}
	اسیدآمینه تجاری Trade amino acid	7.87±0.14^{fg}	1.27±0.01^{d-g}	9.14±0.13^{fgh}	137.88±2.84^{a}	1.18±0.15^{a-c}
	آب مقطر (شاهد) Distilled water	7.45±0.04^{gh}	1.30±0.09^{d-g}	8.75±0.13^{g-i}	28.04±0.93^{d-f}	0.89±0.12^{cd}

*F.W: Fresh Weight (وزن تر)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند.

Means with the same letter are not significantly different at 1% probability level.

نتایج نشان داد که اثر متقابل نوع اسیدآمینه و نحوه کاربرد آن تأثیر معنی‌داری روی عملکرد بذر عدس گذاشت (جدول ۴). مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر کاربرد انواع مختلف اسیدهای آمینه به صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی نشان داد که کاربرد اسیدآمینه آسپارتیک اسید به صورت محلول‌پاشی و پرایمینگ با ۷۹/۲ گرم در مترمربع عملکرد دانه بیشتری از عدم استفاده از اسیدآمینه در شرایط بذرمال و محلول‌پاشی داشت (شکل ۱). کمترین میزان تولید بذر عدس از استفاده از آب مقطر به جای اسیدهای آمینه به صورت محلول‌پاشی به‌دست آمد (شکل ۱). آسپارتیک اسید به دلیل نقشی که در انتقال و ذخیره نیتروژن به‌خصوص در گرده‌افشانی و دانه‌بندی دارد، سبب افزایش عملکرد شده است (Jahani *et al.*, 2018). در بررسی اثر کاربرد اسیدهای آمینه مشاهده شد که کاربرد اسیدآمینه آسپارتیک اسید با بیش از

۴۹/۸ گرم در متر مربع از شاهد (آب مقطر) بالاترین عملکرد بذر را تولید کرد (شکل ۱) که بیش از سه‌برابر عملکرد حاصل از استفاده از آب مقطر (شاهد) می‌باشد (شکل ۱).

کاربرد آرژنین، اسیدآمینه تجاری و پرولین به ترتیب ۳۳/۴، ۲۲/۵ و ۱۰/۷ گرم در متر مربع از شاهد عملکرد بذر بالاتری داشتند (شکل ۱). از اسیدهای آمینه مورد استفاده، آسپارتیک اسید به دلیل نقش انتقال و ذخیره نیتروژن (Jahani *et al.*, 2018) و آرژنین به عنوان پیش‌ساز سنتز پلی‌آمین‌ها و نیتریک اکسید و همچنین به عنوان واسطه در متابولیسم سایر اسیدهای آمینه مانند گلوتامین و پرولین (Forde and Lea, 2007) سبب افزایش عملکرد بذر نسبت به شرایط عدم استفاده از اسیدهای آمینه شده است. عملکرد بذر با سطح برگ (r=۰/۵۳*)، کلروفیل b (r=۰/۵۶**) و تعداد غلاف در بوته (r=۰/۹۹**) همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد (جدول ۶)، در نتیجه کاربرد اسیدهای آمینه با تأثیر بر منبع فتوسنتز (سطح برگ) و رنگریزه فتوسنتزی سبب افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه شده و همچنین با افزایش تعداد غلاف در بوته که از اجزای عملکرد در عدس به شمار می‌رود، باعث افزایش عملکرد بذر شده است. نتایج بررسی های مختلف مؤید آن است که اسیدهای آمینه به عنوان منبع تأمین نیتروژن، در افزایش نورساخت و بهبود سرعت رشد پرشدن دانه ها نقش مؤثری دارند که این موضوع نقش مؤثری در افزایش عملکرد دانه دارد (Haj Seyed Hadi & Rezaee Ghale, 2016). به‌علاوه اسیدهای آمینه به دلیل این‌که واحدهای سازنده پروتئین بوده و در سنتز آن‌ها نقش دارند، با افزایش آن‌ها، میزان پروتئین نیز افزایش یافته است. این نتایج، با یافته‌های (Karima *et al*, (2005) در گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla*) مطابقت دارد.

همچنین نحوه کاربرد پرایمینگ و محلول‌پاشی با هم نسبت به تک‌تک آن‌ها عملکرد بالایی را تولید نمود (شکل ۱). لذا طبق این پژوهش کاربرد آسپارتیک اسید به صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی با بیشترین عملکرد به عنوان تیمار برتر معرفی می‌شود. به طوری که مشاهده شد، کاربرد اسیدهای آمینه توانستند اثرات تنش حاصل از کشت تأخیری را کاهش دهند. آرژنین و پرولین به عنوان مولکول‌های سیگنالینگ عمل کرده و در فعالیت آنزیم‌ها نقش دارند (Häusler *et al.*, 2014) و در کاهش اثرات تنش گرمای حاصل از کشت تأخیری نقش مهمی ایفا می‌کنند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص برداشت، عملکرد و اجزای عملکرد عدس تحت تأثیر نوع و نحوه کاربرد اسیدهای آمینه

Table 4. Analysis of variance of harvest index, lentil yield, yield components affected by type and mode of application of amino acid

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته The number of pods per plant	وزن۱۰۰۰دانه 1000 Grain weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بذر Seed yield
Block بلوک	2	0.082^{ns}	0.82^{ns}	157.89**	973.71^{ns}
Mode of application (H) نوع کاربرد اسیدآمینه	2	38.7**	19.9*	561**	212383**
Type of amino acid (T) نوع اسیدآمینه	4	61.7**	1.65ns	666**	338919**
H×T اثر متقابل	8	11.1**	12.3*	141**	58745**
Error خطا	28	6.51	4.36	26.4	2543
CV (%) ضریب تغییرات (٪)		7.67	5.81	18.7	11.1

ns ، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داربودن در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% level of probability, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین (±انحراف استاندارد) شاخص برداشت و اجزای عملکرد تحت تأثیر برهمکنش نوع و نحوه کاربرد اسیدهای آمینه با یکدیگر

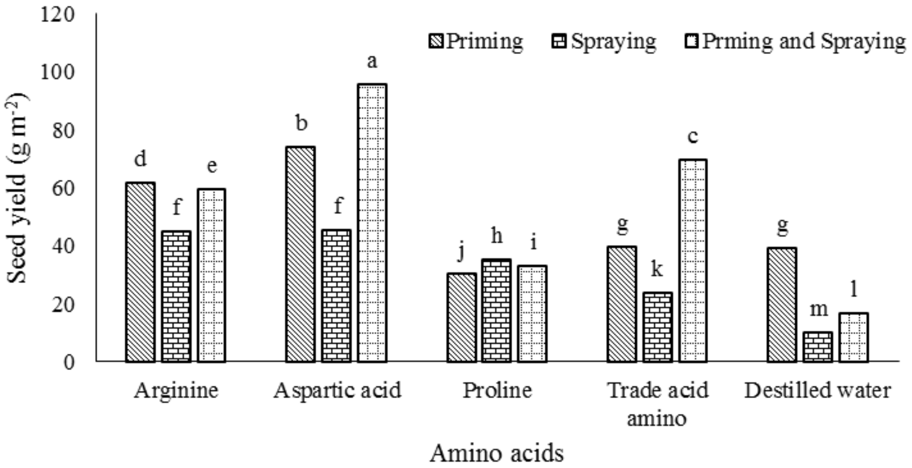
Table 5. Mean (±standard deviation) comparison of harvest index and lentil yield components affected by interaction of type and mode of application together

تیمارها Treatments		وزن۱۰۰۰دانه (گرم) 1000 Grain weight (g)	تعداد غلاف در بوته The number of pods per plant	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
بذرمال Priming	آرژنین Arginine	37.3±1.4^{a-c}	8.30±0.40^{c}	30.7±4.9^{de}
	آسپارتیک اسید Aspartic acid	38.3±1.7^{ab}	9.68±0.13^{b}	51.1±5.4^{a}
	پرولین Proline	36.7±1.3^{a-c}	4.13±0.21^{hi}	24.3±3.6^{def}
	اسیدآمینه تجاری Trade amino acid	38.7±0.3^{a}	5.14±0.36^{fg}	20.7±4.4^{fg}
	آب مقطر (شاهد) Distilled water	35.2±1.8^{a-d}	5.56±0.19^{ef}	24.6±4.7^{d-f}
محلول‌پاشی Spraying	آرژنین Arginine	36.9±0.6^{a-c}	6.08±0.29^{de}	19.3±0.7^{fg}
	آسپارتیک اسید Aspartic acid	34.1±1^{cd}	6.66±0.22^{d}	27.9±1.5^{d-f}
	پرولین Proline	35.5±0^{a-d}	4.95±0.25^{fg}	23.7±1.3^{ef}
	اسیدآمینه تجاری Trade amino acid	32.1±0.3^{d}	3.77±0.39^{i}	22.1±1.3^{e-g}
	آب مقطر (شاهد) Distilled water	38.2±0.6^{ab}	1.33±0.24^{k}	9.6±1.7^{h}
بذرمال و محلول‌پاشی Priming+spraying	آرژنین Arginine	34.6±0.6^{cd}	8.60±0.25^{c}	41.9±5.3^{b}
	آسپارتیک اسید Aspartic acid	36.5±1^{a-c}	13.11±0.24^{a}	40.3±1.8^{bc}
	پرولین Proline	35.6±1^{a-c}	4.61±0.26^{gh}	30±3.7^{de}
	اسیدآمینه تجاری Trade amino acid	35.1±2.0^{cd}	9.90±0.17^{b}	32.6±3.5^{cd}
	آب مقطر (شاهد) Distilled water	33.8±1.5^{cd}	2.44±0.27^{j}	14.3±1.1^{gh}

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند.

Means with the same letter are not significantly different at 1% probability level.

کاربرد خارجی پرولین سبب طویل‌شدن ریشه گیاه شده که این امر نیز در مقاومت گیاهان به شرایط تنش بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Cambri *et al.*, 2008; Biancucci *et al.*, 2015). همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT)، گایاکول پراکسیداز (POX) و پلی‌فنل اکسیداز (PPO) با کاربرد خارجی آسپارتیک اسید در گوجه‌فرنگی گزارش شده است (Akladious & Abbas, 2013) و کاربرد خارجی آسپارتیک اسید سبب افزایش فعالیت ویژه آنزیم فنل‌پراکسیداز در شرایط مواجه با تنش می‌شود و در نتیجه اثرات مخرب آن را کاهش می‌دهد (Sairam *et al.*, 2005). در نتیجه به خاطر ارزش غذایی بالای عدس در صورت تأخیر در کشت آن، می‌توان از کاهش عملکرد حاصل از تنش تأخیری با کاربرد اسیدآمینه آسپارتیک اسید جلوگیری کرد. گزارش شده است که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در عملکرد گیاهان نقش مثبتی دارد (Slawik, 2005) و اهمیت تغذیه برگی اسیدهای آمینه را به عنوان یک منبع مهم در سنتز پروتئین گیاهان دانست (Raeisi *et al.*, 2014). افزایش عملکرد در اثر کاربرد اسیدهای آمینه در گیاه سیر (Shalaby & El-Ramady, 2014)، سیب‌زمینی (Awad *et al.*, 2007)، خیار (Karuppaiah *et al.*, 2000)، و فلفل شیرین (Al-Said *et al.*, 2008) گزارش شده است.



شکل ۱- تأثیر نوع و نحوه کاربرد انواع اسیدهای آمینه روی عملکرد بذر

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Fig. 1. Effect of type and how of application of amino acids on seed yield

The similar letters indicate non significant difference at 0.01 probability level.

جدول تجزیه واریانس نشان داد که شاخص برداشت عدس تحت تأثیر نحوه کاربرد و اسیدآمینه قرار گرفت (جدول۴). بیشترین شاخص برداشت از بذرمال با اسید آسپارتیک با ۲۶/۵ درصد اختلاف از عدم استفاده از اسیدآمینه در شرایط بذرمال به‌دست آمد (جدول ۵). شاخص برداشت با تعداد غلاف در بوته (r=۰/۸۴**) و عملکرد بذر (r=۰/۸۴**) همبستگی مثبت و معناداری را نشان داد (جدول ۶). در نتیجه افزایش شاخص برداشت به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و عملکرد بذر می‌باشد، به طوری که کاربرد اسیدآمینه با تأثیر در افزایش تعداد غلاف در بوته از اجزای عملکرد و عملکرد بذر سبب افزایش شاخص برداشت عدس گردید.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات موردبررسی

Table 6. Correlation coefficients between studied traits

Traits صفات	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Chlorophyll a کلروفیل a (A)	1.00								
Chlorophyll b کلروفیل b (B)	0.93**	1.00							
Total Chlorophyll کلروفیل کل (C)	0.99**	0.95**	1.00						
Leaf area سطح برگ بوته (D)	0.01	0.05	0.02	1.00					
Leaf/stem of plant نسبت برگ به ساقه (E)	0.36	0.51	0.39	0.47	1.00				
1000 Grain weight وزن۱۰۰۰دانه (F)	0.67**	0.49	0.65**	0.05	0.35	1.00			
The number of pods per plant تعداد غلاف در بوته (G)	0.84**	0.40	0.51	0.55*	0.42	0.13	1.00		
Seed yield عملکرد بذر (H)	0.46	0.56*	0.48	0.53*	0.44	0.21	0.99**	1.00	
Harvest index شاخص برداشت (I)	0.42	0.46	0.43	0.31	0.22	0.09	0.84**	0.84**	1.00

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% level of probability, respectively

منابع

1. Agricultural Statistics, Crops. Volume 1: 1395-1396. (In Farsi).
2. Akladious, S.A., and Abbas, S.M. 2013. Alleviaton of seawater stress on tomato by foliar application of aspartic acid and glutathione. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 9(3): 282-298.
3. Al-Said, M.A., and Kamal, A.M. 2008. Effect of folair spray with folic acid and some amino acids and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper. Journal of Agricultural Science 33(10): 7403-7412.
4. Ashraf, M., and Foola, M.R. 2007. Roles of glycinebetaine and proline in improving plant abioti stress tolerance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.
5. Awad, E.M., Abd El-Hameed, A.M., and Shall, Z.S. 2007. Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. Journal of Agricultural Science 32(10): 8541-8551.
6. Biancucci, M., Mattioli, R., Moubayidin, L., Sabatini, S., Costantino, P., and Trovato, M. 2015. Proline affects the size of the root meristematic zone in Arabidopsis. BMC Plant Biology 15: 263.
7. Cambri, D., Filippini, L., Apone, F., Arciello, S., Colucci, G., and Portoso, D. 2008. Effect of Aminoplant on expression of selected genes in Arabidopsis thaliana spinach (*Spinacia oleracea* L.). Folia Horticulturae 22: 9-13.
8. Chen, J., Wu, F.H., Wang, W.H., Zheng, C.J., Lin, G.H., Dong, X.J., He, J.X., Pei, Z.M., and Zheng, H.L. 2011. Hydrogen sulphide enhances photosynthesis through promoting chloroplast biogenesis, photosynthetic enzyme expression, and thiol redox modification in *Spinacia oleracea* seedlings. Journal of Experimental Botany 62: 4481-4493.
9. Deivanai, S., Xavier, R., Vinod, V., Timalata, K., and Lim, O.F. 2011. Role of exogenous proline in ameliorating salt stress at early stage in two rice cultivars. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 7(4): 157-174.
10. El-Naggar, A.H. 2009. Response of *Dianthus caryophyllus* L. plants to foliar nutrition. World Journal of Agricultural Sciences 5: 622-630.
11. Erskine, W., and Saxena, M.C. 1993. Lentil in South Asia. Proceedings of the Seminar on Lentils in South Asia, 11-15 March 1991, New Delhi, India, ICARDA, Aleppo, Syria, 236 pp.
12. Faten, S.A., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A., and Mahmoud, A.R. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science 6: 583-588.
13. Forde, B.G., and Lea, P.J. 2007. Glutamate in plants: metabolism, regulation, and signaling. Journal of Experimental Botany 58: 2339-2358.
14. Ghanem, M.E., Marrou, H., Biradar, C., and Sinclair, T.R. 2015. Production potential of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) in East Africa. Agricultural Systems 137: 24-38.
15. Haj Seyed Hadi, M.R., and Rezaee Ghale, H. 2016. Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Jour Gross nal of Medicinal and Aromatic Plants 31(6): 1057-1070. (In Persian).
16. Häusler, R.E., Ludewig, F., and Krueger, S. 2014. Amino acids-A life between metabolism and signaling. Plant Science 229: 225-237.
17. Hiscox, A., and Israelstam, G. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany 57: 1332-1334.
18. Jahani, R., Hassani, A., and Samadi, A. 2018. Effect of foliar application of Urea, Aspartic Acid and Glutamic Acid on growth, physiological and biochemical characteristics of Anise Hyssop (*Agastache foeniculum*). Applied Soil Research 5(2): 95-107. (In Persian).
19. Kakani, V.G., Prasad, P.V.V., Craufurd, P.Q., and Wheeler, T.R. 2002. Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotype to temperature. Plant Cell and Environment 25: 1651-1661.
20. Kamar, M.E., and Omar, A. 1987. Effect of nitrogen levels and spraying with aminal-forte (amino acids salvation) on yield of cucumber and potatoes. Journal of Agricultural Science Mansoura University 12(4): 900-907.
21. Karima, M., Gamal, E.D., and Abdel-Wahed, M.S.A. 2005. Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. International of Journal of Agriculture and Biology 7(3): 376-380.
22. Karuppaiah, P., Manivonnar, K., Andrasakaron, S.V., and Kuppusamy, G. 2000. Responses of cucumber to foliar application of nutrients on light mine spoil. Journal of the Indian Society of soil Science 49(1): 150-153.

23. Korbu, L. 2009. Improving Production and Productivity of Chickpea and Lentil in Ethiopia Production Manual. Melkasa, Ethiopia.
24. Mahmoudi, A.A. 2006. Effect of sowing season and seeding density on grain yield in lentil (Local var. Robat) under dryland conditions of Nothern Khorasan. Iranian Journal of Crop Sciences: 8(3): 232-240 (In Persian).
25. Nanjo, T., Fujita, M., Seki, M., Kato, M., Tabata, S., and Shinozaki, K. 2003. Toxicity of free proline revealed in an arabidopsis TDNA- agged mutant deficient in proline dehydrogenase. Plant Cell Physiology 44: 541-548.
26. Nasibi, F., and Kalantari, K.H. 2009. Influence of nitric oxide in protection of tomato seedling against oxidative stress induced by osmotic stress. Acta Physiologia Plantarum 1: 1037-1044.
27. Nasibi, F., Barand, A., and Kalantari, K.H. 2013. The effect of arginine pretreatment on germination, growth and physiological parameters in the increase of low temperature tolerance in *Pistacia vera* in vitro culture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 51: 918-1925.
28. Parsa, M., and A. Bagheri. 2008. Legumes. Mashhad University Jahad Press. 522p. (In Persian).
29. Raeisi, M., Farahani, L., and Palashi, M. 2014. Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. International Journal of Biosciences 4(1): 463-468.
30. Sairam, R.K., Srivastava, G.C., Agarwal, S.A., and Meena, R.C. 2005. Difference in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. Plant Biology 49: 85-91.
31. Shalaby, T.A., and El-Ramady. 2014. Effect of foliar application of bio-stimulants on growth, yield, components, and storability of garlic (*Allium sativum* L.). Australian Journal of Crop Science 8(2): 271-275.
32. Slawik, M. 2005. Production of Norway spruce seedlings on substrate mixes using growth stimulants. Journal of Forest Science 51(1): 15-23.
33. Talat, A., Nawaz, K., Hussian, K., and Hayat Bhatti, K. 2013. Foliar application of proline for salt tolerance of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Applied Sciences Journal 22(4): 547-554.
34. Thomas, J., Mandal, A., and Raj Kumar, R. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of tea (*Camellia* sp.). International Journal of Agricultural Research 4: 228-236.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 88-99 (Research Article)

Effect of priming and foliar application of different amino acids on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in late sowing

Heidarzadeh[1], A., Modarres-Sanavy [2*], S.A.M. & Ebrahimi-Esborezi[3], H.

1. PhD., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares, Iran; ali.heidarzadeh@modares.ac.ir
2. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares, Iran
3. MSc. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares, Iran; hossein_ebrahimi@modaresa.ac.ir

Received: 23 October 2019
Accepted: 6 April 2020

DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.83900

Introduction

Lentil is used mainly for human consumption as a source of protein and carbohydrate in soups, stews and vegetarian dishes. It is grown to improve economic returns to producers, diversify and lengthen crop rotations, and reduce nitrogen fertilizer requirement. Lentil, a member of the legume family, Leguminosae, can supply a significant portion of its nitrogen requirement by fixing nitrogen from the air when it is inoculated with the appropriate rhizobial inoculant. The pattern of nutrients in the proximal composition of lentil is similar to that of other grain legumes, but with seed protein content of 19.5–35.5%. Fiber concentration is low and is largely within the seed testa, so the fiber in lentil meal can be reduced if it is de-hulled before grinding. In addition to high-quality protein, essential amino acids, and major minerals, its seed contains iron up to 505 mg per kg and zinc up to 330 mg per kg on a whole seed basis. Amino acids help in tissue protein formation. Some amino acids are not synthesized in the body and it is necessary to take them in diet. Lentils contain different amino acids that can be used by most people. This research was carried out to study the effect of different Amino Acids on the activity of antioxidant enzymes, proline content and seed yield of Lentil in delayed planting.

Materials and Methods

In order to study the effect of different amino acids on yield and biochemical traits of lentil, a factorial experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications in the research farm of agricultural faculty, Tarbiat Modares University, through May to July 2018. The factors studied included mode of application (priming, spraying and priming+spraying) and type of amino acids (Arginine, Aspartic acid, Proline, trade amino acid and distilled water (control)). The amount of amino acids used was 1 g per liter. In this study, leaf, stem, pod and total fresh weight, leaf area, leaf to stem, chlorophyll content (a, b and total), the number of pods per square meter, 1000 grain weight, harvest index and seed yield were determined. Statistical analysis of data was performed using SAS software version 9.4. To compare the means, the least significant difference (LSD) test was used at a 5% probability level. Also Excel software was used to obtain different equations and draw curves and chartsharts.

Results and Discussion

The results showed that the highest total chlorophyll (16.18 mg $gF.W^{-1}$), chlorophyll a (13.92 mg $gF.W^{1}$) and chlorophyll b (2.53 mg $gF.W^{-1}$) was obtained from the priming with aspartic acid. The number of pods per plant (13.11) was more than the others in priming and spraying with aspartic acid. Amino acid application produced more leaf than control (distilled water). The arginine, aspartic acid, proline and commercial amino acids produced 46, 55, 20 and 52% more leaf fresh weight, respectively. The application of aspartic acid with 88.87 g m^{-2} produced the highest yield (more than three-fold relative to the control),

---

*** Corresponding Author:** modaresa@modares.ac.ir

followed by the application of arginine (55.51 g m^{-2}), commercial amine (44.4 g m^{-2}) and proline (32.78 g m^2). The application of aspartic acid via both priming and spraying is suggested as the best treatment.

Conclusion

Plants create amino acids from primary elements they absorb from the environment. Carbon and oxygen are obtained from the air. Hydrogen and nitrogen are obtained from the soil. Inside the plant, amino acids are formed through metabolic pathways. Plants, like all other forms of life, require amino acids to create cells. These cells are then used to build various vital parts of a plant like roots and leaves. Amino acids are quite literally the foundation of life, especially when it comes to plants. If plants can utilize supplementary amino acids without creating them out of oxygen, carbon, nitrogen, hydrogen and sometimes sulfur, they would have much more available energy to use where it is necessary. When amino acids are properly applied, the impacts are profound. According to the results of this study, amino acids can reduce the stress of delayed planting. In the absence of amino acid, yield reduction will be higher. The application of aspartic acid via both priming and spraying is suggested as the best treatment.

Keywords: Arginine, Aspartic acid, Chlorophyll, Harvest index, Proline, Seed yield